Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 495-511

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۱۱-۴۹۵

مقاله علمی- پژوهشی

اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو

زینب پورآزادی[۱]- سمیه سالاری[۲*]- محمدرضا تابنده[۳]- محمدرضا عبداللهی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول در جیره بر پایه جو بر نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخت‌شناسی روده و فراسنجه‌های رفاهی، آزمایشی با استفاده از ۳۰۸ قطعه جوجه گوشتی یک روزه مخلوط سویه راس (۳۰۸) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه جو، جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه یک و سه میلی‌متر)، جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه یک و سه میلی‌متر) و جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه یک و سه میلی‌متر) بودند. نتایج نشان داد که منابع مختلف فیبر نامحلول بر افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری دارد. ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دوازدهه تیمارهای تغذیه شده با فیبر نامحلول به جز باگاس نیشکر (با اندازه ذرات ریز) در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. تعداد سلول‌های گابلت در تهی روده تیمارهایی که با فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد بطور معنی‌داری کاهش یافت. فراوانی نسبی اسکور دو فراسنجه‌های رفاهی، در تیمار شاهد بیشتر بود. بطور کلی نتایج نشان دادند که استفاده از سه درصد پوسته آفتابگردان منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک، نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخت‌شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو شد.

واژه‌های کلیدی: اندازه ذرات، باگاس نیشکر، پوسته آفتابگردان، ریخت شناسی روده، سبوس گندم

مقدمه

دانه ذرت دارای انرژی زیاد و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کمتری نسبت به سایر غلات بوده و بعنوان منبع اصلی تامین کننده انرژی در جیره‌های غذایی طیور بکار می‌رود (۲۶). جهت‌گیری مصرف ذرت در سال‌های اخیر به سمت صنایع جانبی از جمله تولید اتانول، باعث گران شدن قیمت جهانی آن شده است (۹). این در حالی است که بخش زیادی از ذرت، وارداتی است و از طرف دیگر امکان توسعه بیشتر کشت داخلی ذرت به دلیل نیاز آبی بالاتر آن نسبت به گندم و جو وجود ندارد و این مشکلات سبب استفاده بیشتر از گندم و جو در جیره پرندگان خواهد شد (۲۱). جو گیاهی است مقاوم به خشکی و توانایی رشد در شرایط سخت اقلیمی را دارد (۳۷). اگر چه گندم و جو از جمله غلاتی هستند که در بسیاری از نقاط جهان رشد می‌کنند و نیازمند آبی کمتری نسبت به ذرت دارند و با وجود وفور نسبی و قیمت پایین این اقلام خوراکی، به دلیل حضور مقادیر قابل توجه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و آثار زیان‌بار ناشی از حضور این ترکیبات در دستگاه گوارش، استفاده از این اقلام خوراکی در تغذیه تک معده‌ای‌ها با محدودیت مواجه است (۱۵). پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی به دو بخش شامل الیاف محلول و نامحلول در آب تقسیم می‌شوند. اثرات منفی

۱- دانشجوی دکترای گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳- دانشیار گروه علوم پایه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- محقق و مدرس، دانشگاه مسی، نیوزلند
(*-ایمیل نویسنده مسئول: s.salari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82617

ضدتغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، مربوط به فیبرهای محلول می‌باشد چرا که فیبرهای محلول، ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش را افزایش داده و با کاهش سرعت عبور خوراک، تأثیر منفی بر هضم و جذب مواد مغذی می‌گذارند (۱۲).

در مقابل، نشان داده شده است که فیبر نامحلول اثرات مفیدی بر مورفولوژی روده و فرآیند جذب در دستگاه گوارش می‌گذارد. همچنین در ارتباط با اندازه ذرات خوراک، شواهدی وجود دارند که اندازه ذرات بزرگ و فیبری با کمک برخی از اجزای ساختاری برای عملکرد سنگدان و رشد روده، مفید است (۱۴). استفاده از الیاف نامحلول فرآوری شده (ویتاسل[1]) موجب بهبود عملکرد، مورفولوژی رودهٔ باریک و کاهش رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی می‌شود (۳۲). از طرفی، بستر مرطوب منجر به افزایش زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی، سوختگی سینه و در نتیجه کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود (۸). استراتژی‌های مختلفی برای به حداقل رساندن رطوبت بستر به منظور بهبود رفاه و عملکرد پرندگان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. برخی از این راهکارها شامل استفاده از اندازه ذرات درشت خوراک درجیره‌های غذایی (۳۹) و استفاده از یک منبع مناسب فیبر در جیره (۲۰) جوجه‌های گوشتی می‌باشند.

کربوهیدرات نامحلول موجود در پوسته آفتابگردان، باگاس نیشکر و سبوس گندم به عنوان منابع فیبر نامحلول می‌توانند پاسخ‌های فیزیولوژیکی در پرندگان ایجاد کنند. در آزمایشی گنجاندن مقدار مناسبی از منابع الیاف نامحلول مانند پوسته یولاف و پوسته آفتابگردان در جیره‌های غذایی باعث بهبود فیزیولوژی هضم در دستگاه گوارش شد و عملکرد جوجه‌های گوشتی نیز بهبود یافت (۳۱). همچنین استفاده از باگاس نیشکر به عنوان منبع فیبر نامحلول باعث افزایش تعداد باکتریهای باسیلوس روده شده و به عنوان منبع پری بیوتیک می‌تواند باعث بهبود سلامت روده و عملکرد جوجه‌های گوشتی شود (۲۳). با توجه به این‌که فیبر نامحلول زمان عبور مواد را از دستگاه گوارش کاهش می‌دهد، ظرفیت حمل آب را بالا برده و باعث ایجاد توده و بهبود کیفیت مدفوع در حیوانات غیرنشخوارکننده می‌شود (۲۷). این احتمال وجود دارد که اثرات الیاف درشت به واسطه توانایی آن‌ها در نگهداری مقدار زیادی آب می‌باشد و لذا از حل شدن پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای جلوگیری می‌کنند (۶).

اثرات ویژه این عمل، افزایش سرعت عبور مواد هضمی، کاهش زمان تخمیر و در نتیجه کاهش ثبات میکروارگانسیم‌ها در روده کوچک می‌باشد (۲۷). پس به احتمال زیاد، رابطه بین نسبت کربوهیدرات‌های محلول به نامحلول، اثرات ضدتغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول بر عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه اطلاعات موجود در مورد اثرات منابع فیبر نامحلول با اندازه ذرات مختلف در جیره‌های بر پایه جو در جوجه-های گوشتی بسیار محدود است، هدف از انجام این آزمایش، مقایسهٔ تاثیر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر عملکرد رشد، ریخت شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو بود.

مواد و روش‌ها

منابع مختلف فیبر نامحلول شامل پوسته آفتابگردان (از محصولات فرعی کارخانه فرآوری مغز آفتابگردان اصفهان)، باگاس نیشکر (از محصولات فرعی کشت و صنعت نیشکر خوزستان) و سبوس گندم (از کارخانه آرد خوزستان) به مقدار کافی تهیه شدند. منابع مختلف فیبر نامحلول پس از آسیاب شدن توسط آسیاب چکشی بوسیله الک‌های به قطر یک و سه میلی‌متر، غربال شدند. توزیع اندازه ذرات توسط الک کردن با روش خشک، تعیین شد. سپس میانگین قطر هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین قطر هندسی منابع مختلف فیبر نامحلول بر اساس روش جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا محاسبه شد (اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی و پروتئین و ریخت شناسی ۴). اندازه‌گیری ماده خشک، خاکستر، پروتئین، فیبر و چربی خام نمونه‌ها مطابق روش‌های AOAC (۳) و اندازه‌گیری NDF و ADF به روش ون سوست (۳۶) انجام گرفت (جدول ۱).

در این آزمایش، از ۳۰۸ قطعه جوجه گوشتی یک روزه مخلوط نر و ماده سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، چهار تکرار و ۱۱ جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه جو، جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر)، جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر) و جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه‌های یک و سه میلی‌متر) بودند. جوجه‌ها به طور تصادفی در ۲۸ پن به مساحت یک متر مربع توزیع شدند. جوجه‌ها تا سن ۲۱ روزگی با جیره آزمایشی دوره آغازین و از سن ۲۲ تا ۴۲ روزگی با جیره آزمایشی دوره رشد بر اساس توصیه جداول (۲۸) تغذیه شدند. جدول ۲، اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد.

1- Vitacel

جدول ۱– ترکیبات شیمیایی (گرم بر کیلوگرم ماده خشک) و توزیع اندازه ذرات (میکرومتر) منابع فیبر مورد استفاده در آزمایش

Table 1– Chemical composition of dietary fiber sources and particle size distribution (g kg^{-1} DM)

فراسنجه‌ها Parameter[1]	منابع فیبر Fiber sources[2]					
	پوسته آفتابگردان SFH		باگاس نیشکر SB		سبوس گندم WB	
ماده خشک Dry matter	923		548		891	
خاکستر Ash	30.3		45.4		63	
پروتئین خام Crude protein	48		14.5		145	
عصاره اتری Ether extract	46		4		45	
فیبر خام Crude fiber	484		487		150	
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	693		830		446	
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	468		630		155	
کربوهیدرات‌های غیرفیبری NFC	183		106		301	
اندازه ذرات Screen size (μm)	درشت Coarse[3]	ریز Fine[4]	درشت Coarse	ریز Fine	درشت Coarse	ریز Fine
3000	0.63	0	0.79	0	0.99	0
2000	3.24	0.05	6.25	0	6.53	0.156
1000	12.69	36	28.32	7.75	51.6	9.012
500	74.18	36.75	28.65	31.51	22.49	31.13
212	5.25	19.05	11.85	17.48	11.25	16.356
125	1.57	5.23	17.47	25.6	4.11	24.13
75	2.44	2.92	6.67	17.66	3.03	19.216
GMD[5] ± GSD [6]	729.72±1.73	684.57±1.25	587.97±1.52	314.88±1.38	914.72±1.30	318.14±1.41

[1]NDF; Neutral Detergent Fiber, ADF; Acid Detergent fiber, Non-Fiber-Carbohydrate (NFC)= 100-(CP + Ash + EE + NDF),

[2] SB; Sugarcane bagasse, SFH; Sunflower hulls, WB; Wheat bran.

[3]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.

[4]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.

[5] GMD: Geometric mean diameter

[6] GSD: Geometric standard deviation

جدول ۲- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه مورد استفاده در دوره‌های مختلف پرورش جوجه های گوشتی

Table 2– Ingredients and Chemical composition of the experimental diets (g kg^{-1} DM).

اقلام غذایی جیره‌ها Feeds ingredients	آغازین Starter d 1 to 21	رشد Grower d 22 to 42
ذرت Corn	248	295.7
جو Barley	300	300
کنجاله سویا با ۴۴ درصد پروتئین خام Soybean meal (44% CP)	302.7	256
پودر ماهی با ۶۰/۵ درصد پروتئین Fish meal (60.5% CP)	30	20
روغن گیاهی Vegetable oil	50	65
آهک Limestone	13.5	14
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	12	8.5
سدیم کلراید Sodium chloride	3	2
سدیم بی کربنات Sodium bicarbonate	1.8	1.8
مکمل مواد معدنی و ویتامینی Mineral and Vitamin premix[1]	2.5	2.5
دی ال متیونین DL-methionine	2.5	1.2
ال - لیزین L-lysine HCl	1.5	0.8
ماسه بادی Sand[2]	30	30
ترکیبات شیمیایی Chemical composition		
انرژی قابل متابولیسم AME (kcal kg^{-1})	2921	3061
پروتئین خام CP	210.2	191.5
عصاره اتری EE	70.1	85.6
فیبر خام CF	42.2	39.9
کلسیم Calcium	10.2	90
فسفر در دسترس Available phosphorus	4.5	3.5
سدیم Sodium	2	1.5
آرژنین Arginine	14.4	12.6
لیزین Lysine	14	11.6
متیونین Methionine	5.8	4.2
متیونین + سیستین Methionine + Cysteine	9.3	7.3

[۱] مکمل مواد معدنی و ویتامینی مقادیر زیر را به ازای هر کیلوگرم جیره تامین می‌نمودند: Mn، ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم؛ Fe، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ Zn، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم؛ Cu، ۴۰۰۰ میلی‌گرم؛ I، ۳۹۷ میلی‌گرم؛ Se، ۸۰ میلی‌گرم، ویتامین A، ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3، ۸۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۷۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۲۶۴۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۱۱۷۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B_9، ۴۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۹۲۰ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۴۰ میلی‌گرم و کولین کلراید، ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

[۲] منابع مختلف فیبر در اندازه‌های متفاوت، جایگزین ماسه بادی شدند.

[1] Provided the following (per kg of diet): Mn: 39,680 mg; Fe: 20,000 mg; Zn: 33,880 mg; Cu: 4,000 mg; I: 397 mg; Se: 80 mg, 3,600,000 IU Vitamin A; 800,000 IU Vitamin D_3; 14,400 mg Vitamin E; 700 mg vitamin B_1; 800 mg vitamin K_3; 2,640 mg vitamin B_2; 1,176 mg vitamin B_6; 400 mg vitamin B_9; 6 mg vitamin B_{12}; 11,880 mg Niacin; 3,920 mg Calcium pantothenate; 40 mg Biotin; Choline chloride: 100,000 mg.

[2] Sand was replaced by 30 g/kg sugarcane bagasse, sunflower hulls, or wheat bran (1 and 3 mm particle sizes) in starter, and grower phases of experiment.

سطح جو در جیره‌های آزمایشی، ۳۰ درصد بود. منابع فیبری در سطح سه درصد جایگزین ماسه بادی در جیره شاهد شدند. جوجه‌ها در کل دوره پرورش دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. از تراشه چوب به قطر هفت سانتی متر در هر پن به عنوان بستر پرندگان استفاده شد. همچنین روشنایی، رطوبت نسبی و درجه حرارت سالن مطابق دستورالعمل سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد. با توجه به میزان انرژی و پروتئین جیره‌ها و مقدار مصرف خوراک جوجه‌ها، نسبت بازده انرژی و پروتئین برای دوره‌های آغازین، رشد و کل دوره پرورش مورد محاسبه قرار گرفتند (۲۹). نسبت بازده پروتئین از تقسیم گرم افزایش وزن بر گرم پروتئین مصرفی و نسبت بازده انرژی از تقسیم مقدار انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی (کالری) بر گرم افزایش وزن بدست آمد.

برای تعیین شاخص کارآیی تولید، از رابطه یک استفاده شد (۱۱).
رابطه (۱)

$$\text{شاخص کارایی تولید} = \frac{\text{میانگین وزن بدن (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری}}{\text{ضریب تبدیل} \times \text{طول دوره (روز)}} \times 100$$

شاخص‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های رفاهی اندازه‌گیری شده شامل سوختگی مفصل خرگوشی پا، زخم کف پا و زخم سینه بودند که مطابق با روش سورنسون و کستین (۳۵)، امتیاز دهی شدند. امتیازهای مربوط به سوختگی مفصل خرگوشی پا، زخم کف پا و زخم سینه از صفر تا سه تعیین شدند. رطوبت بستر در روزهای ۳۵ و ۴۲ دوره پرورش، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت بستر در روز ۳۵ و ۴۲ دوره پروش یک نمونه ۱ کیلو گرمی در ۵ نقطه مختلف بستر (اطراف دانخوری، آبخوری و سایر نقاط دیگر) در هر پن جمع‌آوری شد. سپس در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و محتوای رطوبت بستر اندازه‌گیری شد (۵).

به منظور بررسی‌های ریخت شناسی روده کوچک، دستگاه گوارش پرنده‌های کشتارشده (دو پرنده از هر تکرار) در سن ۴۲ روزگی خارج و از دو قسمت روده باریک شامل دوازدهه و تهی-روده، نمونه‌هایی به طول دو سانتی‌متر جدا شد. نمونه‌های جدا شده پس از شستشو با محلول بافر فسفات سالین به داخل ظروف پلاستیکی حاوی شش تا هفت میلی‌لیتر فرمالین ۱۰ درصد انتقال یافتند. برای تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم، از روش واکس پارافین استفاده شد. آزمایش ریخت‌شناسی بافت روده مطابق روش‌های استاندارد انجام گرفت (۱۶). برای برش گیری از قالب پارافینی از دستگاه میکروتوم استفاده شد. برش‌های انجام شده ضخامتی در حدود شش میکرومتر داشتند. برش‌های تهیه شده داخل آب ۴۰ درجه سانتی گراد شناور شدند تا پس از صاف شدن چروک‌های احتمالی آن‌ها، به راحتی روی لام قرار گیرند. رنگ‌آمیزی بافت‌های پایدار شده روی لام، پس از پارافین‌گیری با زایلل و آب‌دهی با درجات نزولی الکل اتیلیک، به کمک هماتوکسیلین و ائوزین انجام شد. برای بررسی بافت‌های تهیه شده از میکروسکوپ نوری مجهز به عدسی Dino-Lite Digital (مدل AM، ساخت کشور ژاپن) ونرم افزار Dino capture software II استفاده شد. فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع و عرض پرزها، عمق کریپت، نسبت ارتفاع پرزها به عمق کریپت‌ها، ضخامت بافت پوششی و شمارش سلول‌های گابلت بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۳۳) (نسخه ۹/۱) و رویه GLM انجام شد. برای مقایسه اندازه ذرات با همدیگر و اثر فیبر با شاهد از آزمون مقایسات اورتوگونال (مستقل) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. داده‌های شاخص‌های سلامت با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف نرم افزار آماری SPSS جهت نرمال بودن توزیع داده‌ها، ارزیابی شدند و سپس آنالیز داده‌ها صورت گرفت.

مدل آماری طرح به صورت زیر بود.

رابطه (۲) $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$

که در این رابطه، Y_{ij}، صفت مورد مطالعه؛ μ، میانگین؛ T_i، اثر تیمار آزمایشی و e_{ij}، خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) ارائه شده است. اثر منابع فیبری بر میزان مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$). در پرندگانی که با پوسته آفتابگردان در هر دو اندازه ذرات (ریز و درشت) و سبوس گندم با اندازه ذرات ریز تغذیه شدند افزایش وزن بدن بالاتری در مقایسه با

گروه شاهد داشتند (P< ۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در پرندگان دریافت کننده منابع مختلف فیبری با اندازه ذرات مختلف نسبت به گروه شاهد و پرندگان مصرف کننده باگاس نیشکر با اندازه ذرات ریز کاهش معنی‌داری را نشان دادند (P< ۰/۰۵).

جدول ۳- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر عملکرد کل دوره (۱-۴۲) جوجه‌های گوشتی

Table 3- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of different sources of insoluble fiber on growth performance of broiler chickens at 1-42d.

تیمار Treatment	افزایش وزن بدن (گرم) Body weight gain (g) 1-42 d	خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g) 1-42 d	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio 1-42 d
کنترل CTL[3]	2326.31[c]	4643.1	2.00[a]
باگاس نیشکر SB[4]			
ریز fine	2433.42[abc]	4701.4	1.93[ab]
درشت coarse	2401.46[bc]	4501.0	1.87[bc]
سبوس گندم WB[5]			
ریز fine	2542.19[ab]	4588.7	1.80[c]
درشت coarse	2460.29[abc]	4609.3	1.88[bc]
پوسته آفتابگردان SFH[6]			
ریز fine	2548.12[ab]	4638.7	1.82[c]
درشت Coarse	2590.01[a]	4595.4	1.78[c]
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	23.49	27.44	0.01
سطح معنی داری P-value	0.01	0.67	0.001
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.004	0.65	0.0005
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.56	0.24	0.70

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱] منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲] منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳] جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-c] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).
[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.
[7]SEM = Standard Error of Mean.

ساریخان و همکاران (۳۲) گزارش کردند که فیبر نامحلول در جوجه‌های گوشتی تأثیری بر میزان مصرف خوراک ندارد، اما منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی می‌شود، که در توافق با آزمایش حاضر می‌باشد. در این راستا محققان دیگر گزارش کردند که افزودن ۳ یا ۶ درصد فیبر نامحلول (پودر یونجه و سبوس برنج)، در جیره‌هایی بر پایه گندم باعث بهبود

میانگین وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و عملکرد سنگدان از سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی در جوجه‌های گوشتی شد (۳۴). همچنین، گزارش شده است که جوجه‌هایی که با جیره حاوی سه منبع فیبر نامحلول (پوسته یولاف، سبوس برنج و پوسته آفتابگردان) در ۲ سطح (۲/۵ و ۵ درصد) تغذیه شدند، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند (۱۸).

جدول ٤- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر نسبت بازده انرژی (کالری/ گرم افزایش وزن) و پروتئین جوجه‌های گوشتی

Table 4- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of different sources of insoluble fiber on energy (Cal /g weight gain) and protein efficiency ratios of broiler chickens.

تیمار Treatment	بازده انرژی (کالری/گرم)			بازده پروتئین		
	دوره آغازین Starter period 1-21 d	دوره رشد Grower period 22-42 d	کل دوره Total period 1-42 d	دوره آغازین Starter period 1-21 d	دوره رشد Grower period 22-42 d	کل دوره Total period 1-42 d
کنترل CTL[3]	4455.9	6727.8[a]	5970.9[a]	3.12	2.39[c]	2.50[c]
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	4658.7	6329.6[b]	5787.2[ab]	2.99	2.54[b]	2.58[cb]
درشت coarse	4632.8	6077.4[bc]	5607.2[bc]	3.00	2.65[ab]	2.66[ab]
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	4309.2	5929.0[c]	5397.8[c]	3.23	2.71[a]	2.77[a]
درشت coarse	4378.9	6198.7[bc]	5616.0[bc]	3.18	2.60[ab]	2.67
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	4387.3	5954.5[c]	5444.6[c]	3.17	2.70[a]	2.74
درشت coarse	4238.2	5957.9[c]	5406.4[c]	3.28	2.70[a]	2.76
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	50.28	62.75	50.54	0.03	0.02	0.02
سطح معنی داری P-value	0.22	0.0002	0.003	0.22	0.0002	0.002
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.88	<0.0001	0.0005	0.85	<0.0001	0.0006
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.76	0.65	0.70	0.75	0.58	0.63

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱] منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲] منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳] جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

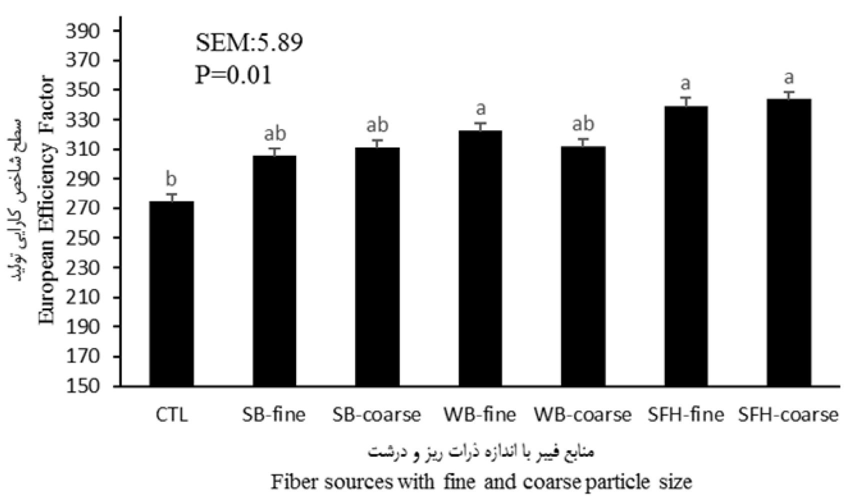
[a-c] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).
[1] Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2] Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3] Control diet (basal diet),[4] Sugarcane bagasse,[5] Wheat bran, [6] Sunflower hulls.
[7] SEM = Standard Error of Mean.

اثر تیمارهای مختلف بر نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی در دوره رشد (سن ۲۲-۴۲ روزگی) و کل دوره پرورش (سن ۱-۴۲ روزگی) بر نسبت بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی، اثر معنی‌داری را

نشان دادند (P<۰/۰۵). در طی دوره رشد، پرندگانی که با منابع مختلف فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد به ترتیب کمترین و بیشترین نسبت بازده انرژی و پروتئین را داشتند. همچنین نسبت بازده انرژی و پروتئین در کل دوره پرورش (سن ۱-۴۲ روزگی) در پرندگانی که با منابع مختلف فیبر نامحلول تغذیه شدند به جز باگاس نیشکر با اندازه ذرات یک میلی‌متر در مقایسه با گروه شاهد، به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشتند.

بهبود نسبت بازده پروتئین و انرژی در تیمارهای مصرف کننده منابع مختلف فیبر نامحلول ممکن است به دلیل تجمع ذرات فیبر در سنگدان و کاهش نرخ عبور خوراک در بخش ابتدایی دستگاه گوارش و در نتیجه هضم بهتر مواد مغذی باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول موجود در غلات به ویژه بتاگلوکان موجود در جو از طریق افزایش چسبندگی مواد هضمی در روده، کاهش دسترسی به مواد مغذی و تأثیر منفی بر سرعت عبور مواد از دستگاه گوارش، منجر به کاهش عملکرد می‌شوند (۲۴) شاید در آزمایش حاضر کاهش بازده انرژی و پروتئین در تیمار شاهد را بتوان به موارد یاد شده نسبت داد. در گزارشی نشان داده شد که جوجه‌های گوشتی که با ۱۸ درصد سبوس برنج تغذیه شده بودند، بیشترین مقدار ضریب تبدیل پروتئین را به خود اختصاص دادند (۱۰).

شاخص کارایی تولید نیز در تیمارهای دریافت کننده پوسته آفتابگردان در هر دو اندازه یک و سه میلی‌متر و سبوس گندم با اندازه ذرات یک میلی‌متر به طور معنی‌داری (P< ۰/۰۵) بیشتر از گروه شاهد بود (شکل ۱). با توجه به اجزای مورد استفاده در فرمول محاسبه شاخص کارایی تولید که عبارتند از درصد تلفات و ماندگاری گله، ضریب تبدیل خوراک، وزن نهایی و طول دوره و نظر به اینکه هیچ کدام از این عوامل به جز وزن زنده و ضریب تبدیل غذایی بین گروه‌های آزمایشی در ۴۲ روزگی اختلاف معنی‌داری نداشت، معنی‌دار شدن شاخص تولید می‌تواند به علت بالا بودن وزن زنده و کمتر بودن ضریب تبدیل خوراک در گروه‌هایی که از جیره‌های حاوی پوسته آفتابگردان با اندازه ذرات ریز و درشت و سبوس گندم با اندازه ذرات ریز استفاده کردند باشد.



شکل ۱- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی (درصد)

Figure 1- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on European Efficiency Factor (EEF) of broiler chickens.

CTL: جیره شاهد، SB: جیره شاهد به همراه سه درصد باگاس نیشکر (در اندازه ذرات ریز و درشت)، WB: جیره شاهد به همراه سه درصد سبوس گندم (در اندازه ذرات ریز و درشت) و SFH: جیره شاهد به همراه سه درصد پوسته آفتابگردان (در اندازه ذرات ریز و درشت) بودند.

Basal diet (control, CTL), Sunflower hulls (SFH), Sugarcane bagasse (SB), and Wheat bran (WB) ground through a 1.0 (fine) or 3.0 mm (coarse) screen that were added to the control diet at 3.0%.

در مطالعه دالوند و همکاران (۷)، سبوس برنج در تمامی سطوح مصرفی (۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد) باعث کاهش مقدار مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه شد ولی تأثیر نامطلوبی بر ضریب مصرف خوراک و شاخص کارایی تولید نداشت. افرا و همکاران (۲) گزارش کردند که

شاخص کارایی تولید در دوره پایانی و کـل دوره آزمـایش در جوجـه های گوشتی دریافت کننده پوسته جو (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد) بـالاتر از تیمار شاهد بود. تفاوت در نوع و سطح فیبر جیره و نوع جیره پایه در این آزمایش با آزمایشات دیگر ممکن است از دلایل اصـلی مغـایرت نتایج حاصل باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی روده باریک جوجـه‌هـای گوشتی در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می-شود، ضخامت پرز، ضخامت بافت پوششی، تعداد سلول‌های گابلت و عمق کریپت در دوازدهه و تهی‌روده و همچنین ارتفاع پـرز و نسـبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در تهی‌روده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در بخـش دوازدهه روده کوچک جوجه‌هایی که با منابع مختلف فیبر نامحلول به جز باگاس نیشکر با اندازه ذرات یک میلی‌متر تغذیه شـده بودنـد، بـه طور معنی‌داری افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$). همچنین ارتفـاع پرزهـای دوازدهه پرندگانی که با جیره‌هایی با اندازه ذرات بزرگتر (سـه میلـی متر) در مقایسه با پرندگانی که با اندازه ذرات کوچکتر (یک میلی متر) تغذیه شدند، افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P< ۰/۰۵$). در مقایسات مستقل نشان داده شد که تعداد سلوهای گابلت در تهی‌روده پرندگانی که با فیبر نامحلول تغذیه شدند در مقایسه بـا گـروه شـاهد، کـاهش معنی‌داری را نشان داد ($P< ۰/۰۵$).

در این مطالعه، افزودن فیبر نامحلول به جیره ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت را در دوازدهه در مقایسه بـا گـروه شـاهد افزایش داد. روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی، تغییراتـی در سطح جذب شامل تغییر در عمق کریپت و طول پرز را نشان می‌دهد (۱۶). تغییر خصوصیات پرز با عملکرد روده و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در ارتباط می‌باشد. گزارش شده است که کاهش عملکـرد در هنگام مصرف جیره‌های حاوی جو و چـاودار در مقایسـه بـا ذرت بـا کاهش ارتفاع پرز روده و مصرف مکمل‌های آنزیمی با بهبـود ارتفـاع پرز همراه است (۲۵). کاهش طول پرز با کاهش توانایی جذب از روده و کاهش ناحیه سطحی روده جهت جذب مواد مغذی همراه می‌باشـد (۲۵). بنابراین پرز کوتاه‌تر دیده شده در پرندگان تغذیه شده با جیـره شاهد را می‌توان به نقش ویسکوزیته ایجاد شـده در اثـر حضـور جـو دانسـت. از طرفـی اثـر پلـی‌سـاکاریدهای غیرنشاسـته‌ای جیـره بـر مورفولوژی بافت پوششی و تخریب و ساخت مجدد سلول بسـته بـه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و سطح پلی‌سـاکاریدهای غیرنشاسـته‌ای موجود در جیره، مدت زمان استفاده توسط حیوان، گونه، سن حیوان و مکان مربوطه در دستگاه گوارش، متغیر است (۲۷).

رضایی و همکاران گزارش کردند که گنجاندن فیبر نـامحلول در جیره منجر به افزایش طول پرز جوجه‌های گوشتی شد (۳۰). همچنین در یک بررسی نشان داده شد که استفاده از ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد فیبر نامحلول ویتاسل در جیره (به ویژه سلولز) منجر بـه افـزایش نسـبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ناحیه ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سـن ۴۲ روزگی شد (۳۲). نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپـت، شاخصـی از پتانسیل هضمی روده کوچک است (۱) و نسبت بزرگتر ارتفاع پرز بـه عمق کریپت نشان دهنـده بهبـود وضـعیت مخـاط روده اسـت (۱۳) بنابراین، افزایش این شاخص در دوازدهه پرنده‌هـای تغذیـه شـده بـا منابع مختلف فیبر نامحلول می‌تواند توجیه کننده بهبود افزایش وزن و ضریـــب تبدیل خوراک در آن‌ها باشد. همچنین ذرات درشت خوراک یا فیبر نامحلول بر طول پرزها و نسبت طول پرز به عمق کریپت اثر گذار بوده و با افزایش این فراسنجه‌ها، هضـم، جـذب و ابقـای مـواد مغذی در روده کوچک بهبود می‌یابد که در نتیجه بهبود بازده استفاده از مواد مغذی، موجب رشد بهتر پرنده و کیفیت بهتر لاشـه مـی‌شـود (۳۲). در آزمایش حاضر نیز طول پرز در قسمت دوازدهه پرندگانی که با جیره‌های با اندازه ذرات درشت‌تر تغذیه شدند، افزایش یافت.

افزایش تعداد سلول‌های گابلت بیانگر این امر است که یک لایـه موکوسی ضخیم، بافت پوششی را پوشانده و بنابراین منجر به کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی شده و در نهایـت ممکـن اسـت موجـب افزایش احتیاجات انرژی نگهداری دستگاه گوارش شده و این موضوع منجر به کاهش عملکرد تولیدی پرنده می‌شود (۳۸). در این مطالعـه، تعداد سلول‌های گابلت در تهی‌روده جوجه‌هایی که با منـابع مختلـف فیبر نامحلول تغذیه شده بودند در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت که منجر به افزایش عملکرد تولیدی در این تیمارها شد.

درصد رطوبت بستر در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی در پرندگان دریافت کننده فیبر نامحلول در مقایسه بـا گـروه شـاهد بـه‌طـور معنـی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافـت (جـدول ۷). خیـراوی و همکـاران (۲۲) در آزمایشی، سطوح یک و دو درصد لیگنوسلولز را در تغذیه جوجـه‌هـای گوشتی مورد استفاده قرار دادند و گزارش کردند که رطوبت بسـتر در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بدون لیگنوسلولز، کاهش یافت. در مطالعه دیگری نشان داده شد که مکمل کردن جیره با سه درصد سلولز، تفاله چغندر قند و پوسته یولاف منجر بـه بهبـود

کیفیت بستر جوجه‌های گوشتی شد که احتمالا ناشی از مـدت زمـان نگهداری مواد هضمی در دستگاه گوارش می‌باشد (۱۹). در پژوهشـی دیگر، مقدار رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی که با نـیم درصـد فیبـر نامحلول میکرونیزه تغذیه شدند در دوره سنی سه تا شش هفتگی در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت (۳۰). نتایج پژوهش‌های یاد شده در مورد کاهش نسبی رطوبت بستر با استفاده از فیبر نامحلول در جیره جوجه‌های گوشتی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

جدول ۵- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر ارتفاع پرز (میکرومتر)، عمق کریپت (میکرومتر) و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت دوازدهه و تهی روده جوجه-های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 5- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on villous height (µm) , crypt depth (µm) and villous height /crypt depth of the duodenum and jejunum of broiler chickens at 42 days of age

تیمار Treatment	ارتفاع پرز (µm) Villus height (µm)		عمق کریپت (µm) Crypt depth (µm)		ارتفاع پرز به عمق کریپت Villous height /Crypt depth	
	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum
کنترل CTL[3]	1518.04^{d}	1504.56	208.44	222.77	7.02^{c}	6.76
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	1535.88^{cd}	1525.86	200.92	229.21	7.66^{cb}	6.66
درشت coarse	1653.97^{a}	1574.66	201.35	224.66	8.22^{ab}	7.06
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	1596.46^{ab}	1522.34	198.84	213.16	8.04^{ab}	7.04
درشت coarse	1628.89^{ab}	1514.02	192.43	216.28	8.47^{a}	7.11
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	1576.16^{bc}	1519.89	193.62	215.95	8.14^{ab}	7.05
درشت coarse	1614.89^{ab}	1544.93	201.35	214.15	8.02^{ab}	7.21
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	10.69	12.77	1.95	2.52	0.10	0.08
سطح معنی داری P-value	0.0003	0.85	0.38	0.58	0.02	0.64
مقایسه منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.0004	0.46	0.07	0.60	0.002	0.31
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.0004	0.46	0.89	0.84	0.115	0.28

a-c در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

۱ منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، ۲ منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. ۳ جیره کنترل (جیره پایه)، ۴ باگاس نیشکر، ۵ سبوس گندم، ۶ پوسته آفتابگردان.

a-c Means with different letters within the same column differ significantly ($P<0.05$).
[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen.[2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.
[7]SEM = Standard Error of Mean

جدول ٦–اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر ضخامت پرز، بافت پوششی و تعداد سلول‌های گابلت دوازدهه و تهی روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 6- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on villus thickness (µm), epithelial thickness (µm) and goblet cell number (per 100 m villus height) of the duodenum and jejunum of broiler chickens at 42 days of age

تیمار Treatment	ضخامت پرز Villus thickness		ضخامت اپیتلیوم Epithelial thickness		تعداد سلول‌های گابلت Goblet cell number	
	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum	Duodenum	Jejunum
کنترل CTL[3]	231.38	166.01	37.06	33.76	16.00	21.16
باگاس نیشکر SB[4]						
ریز fine	224.04	173.10	37.09	33.64	16.17	19.83
درشت coarse	217.59	161.24	34.21	33.61	15.16	19.33
سبوس گندم WB[5]						
ریز fine	211.73	165.09	36.21	34.17	15.25	19.66
درشت coarse	217.17	160.21	38.03	34.83	15.91	18.50
پوسته آفتابگردان SFH[6]						
ریز fine	217.88	174.17	36.06	33.63	15.50	19.66
درشت coarse	210.85	166.36	36.26	32.82	15.58	18.50
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	3.61	2.19	0.89	0.50	0.20	0.32
سطح معنی داری P-value	0.80	0.56	0.96	0.98	0.85	0.36
مقایسات منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	0.19	0.91	0.79	0.98	0.53	0.04
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.74	0.10	0.89	0.95	0.86	0.88

[1]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [2]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [3]جیره کنترل (جیره پایه)، [4] باگاس نیشکر، [5] سبوس گندم، [6] پوسته آفتابگردان.

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.
[7]SEM = Standard Error of Mean

فراوانی نسبی اسکور دو و سه، بیشترین درصد سوختگی مفصل خرگوشی پا را در گروه شاهد نشان داد و فراوانی نسبی اسکور یک در آن کمتر بود ($P< ۰/۰۵$) (جدول ۸). همچنین از نظر فراوانی نسبی اسکور صفر و یک زخم کف پا، به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر در گروه شاهد در مقایسه با پرندگان دریافت کننده فیبر نامحلول، مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین فراوانی نسبی اسکور یک، دو و سه زخم سینه در گروه شاهد وجود داشت (جدول ۸). کنترل رطوبت بستر در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی یکی از روش‌های مهم به حداقل رساندن مشکلات مربوط به رفاه پرندگان به دلیل زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی پا و تولید گاز آمونیاک می‌باشد (۱۷). در مطالعه‌ای نشان داده شد که استفاده از ذرت با اندازه ذرات ریز و درشت و دو درصد باگاس نیشکر اثر معنی‌داری بر زخم کف پا و سوختگی مفصل خرگوشی پا نداشت (۲۳). در پژوهش حاضر، با کاهش معنی‌دار رطوبت بستر در همه تیمارهای آزمایشی در

مقایسه با تیمار شاهد، شاخص‌های رفاهی پرندگان نیز تحت تاثیر قرار گرفت. به طوری که بستر مرطوب در تیمار شاهد منجر بـه افـزایش زخم بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی پا، سوختگی سینه و کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد.

جدول ۷- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر درصد رطوبت بستر جوجه‌های گوشتی در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی.

Table 7- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on litter moisture content of broiler chickens at d 35 and 42.

تیمار Treatment	محتوای رطوبت بستر (سن ۳۵ روزگی) Litter moisture content % (35 d)	محتوای رطوبت بستر (سن ۴۲ روزگی) Litter moisture content % (42 d)
کنترل CTL[3]	50.14^{a}	60.58^{a}
باگاس نیشکر SB[4]		
ریز fine	44.43^{b}	54.16^{b}
درشت coarse	43.81^{b}	54.13^{b}
سبوس گندم WB[5]		
ریز fine	43.66^{b}	53.77^{b}
درشت coarse	44.58^{b}	54.74^{b}
پوسته آفتابگردان SFH[6]		
ریز fine	44.13^{b}	54.66^{b}
درشت coarse	43.87^{b}	54.10^{b}
اشتباه معیار میانگین SEM[7]	0.52	0.62
سطح معنی داری P-value	0.001	0.02
مقایسه منابع فیبر با کنترل Control vs. fiber	<0.0001	0.0004
مقایسه ذرات ریز و درشت fine vs. coarse	0.98	0.91

[a-b] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف نامشابه دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند (P< ۰/۰۵).

[۱] منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲] منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳] جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[a-b] Means with different letters within the same column differ significantly (P<0.05).
[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.
[7]SEM = Standard Error of Mean

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان دادند که استفاده از سـه درصـد پوسـته آفتابگردان در دو اندازه ریز و درشت در جیره بر پایـه جـو منجـر بـه بهبود ضریب تبدیل خوراک، نسبت بازده انرژی و پروتئین، ریخـت-شناسی روده، رطوبت بستر و فراسنجه‌های رفاهی در مقایسه با تیمار شاهد در جوجه‌های گوشتی می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایتهای مالی پروژه تشکر و قدردانی میگردد.

جدول ۸- اثر اندازه ذرات منابع مختلف فیبر نامحلول بر فراسنجه‌های رفاهی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 8- Effect of particle size (fine[1] and coarse[2]) of insoluble fiber on hock burn, footpad dermatitis and breast burn of broiler chickens at 42d.

تیمار Treatment	سوختگی مفصل خرگوشی پا (درصد) Hock burn				زخم کف پا (درصد) Footpad dermatitis				زخم سینه (درصد) Breast burn			
	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
کنترل CTL[3]	0	7.14	33.33	100	8.11	26.32	0	0	0	25.00	50	100
باگاس نیشکر SB[4]												
ریز fine	0	14.29	16.67	0	16.22	10.53	0	0	14.71	18.75	0	0
درشت coarse	0	19.05	0	0	21.62	0	0	0	23.53	0	0	0
سبوس گندم WB[5]												
ریز fine	0	11.90	25.00	0	10.81	21.05	0	0	17.65	12.50	0	0
درشت coarse	100	11.90	16.67	0	13.51	15.79	0	0	14.71	12.50	25	0
پوسته آفتابگردان SFH[6]												
ریز Fine	0	16.67	8.33	0	13.51	15.79	0	0	14.71	18.75	0	0
درشت coarse	0	19.05	0	0	16.22	10.53	0	0	14.71	12.50	25	0
سطح معنی داری P-value	-	<0.0001	<0.0001	-	<0.0001	<0.0001	-	-	<0.0001	<0.0001	0.09	-
کای اسکور X^2	-	252.00	48.00	-	222.0	95.00	-	-	170.00	80.00	8.00	-

[۱]منبع فیبر با اندازه ذرات ۱ میلی متر، [۲]منبع فیبر با اندازه ذرات ۳ میلی متر. [۳]جیره کنترل (جیره پایه)، [۴] باگاس نیشکر، [۵] سبوس گندم، [۶] پوسته آفتابگردان.

[1]Fiber source ground through a 1.0-mm screen. [2]Fiber source ground through a 3.0-mm screen.
[3]Control diet (basal diet),[4]Sugarcane bagasse,[5]Wheat bran, [6]Sunflower hulls.

منابع

1. Adibmoradi, M., B. Navidshad, J. Seifdavati, and M. Royan. 2006. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. The Journal of Poultry Science, 43: 378-383.
2. Afra, M., B. Navidshad, M. Adibmoradi, F. Mirzaei Aghjeh Gheshlagh, and N. Hedayat Ivarigh. 2017. Effect of dietary inclusion level and particle size of barley hulls on intestinal morphology and bacteria population in broiler chickens. Journal of Veterinary Research, 72 (2): 183-194. (In Persian).
3. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
4. ASAE. 1995. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. ASAE standard S319.2. Pages 461–462 in Agriculture Engineers Yearbook of Standards. American Society of Agricultural Engineers.
5. Barker, K., C. Coufal, J. Purswell, J. Davis, H. Parker, M. Kidd, C. McDaniel, and A. Kiess. 2013. In-house windrowing of a commercial broiler farm during early spring and its effect on litter composition. Journal of Applied Poultry Research, 22:551–558.

6. Choct, M. 1997. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International, 191 (June issue): 13-26.
7. Dalvand, H., A. Azarfar and A. Masoudi. 2017. Effects of dietary inclusion of rice bran on production performance and ileal digestibility of nutrients in broiler chickens. Journal of Animal Production, 19 (4): 863-877. (In Persian).
8. De Jong, I. C., H. Gunnink, and J. Van Harn. 2014. Wet litter not only induces foot pad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, 23: 51-58.
9. Donohue, M., and D. L. Cunningham.2009. Effects of grain and oilseed prices on the costs of US poultry production. Journal of Applied Poultry Research, 18: 325-337.
10. Eizadi, E., F. Shariatmadari, and M. A. Karimi Torshizi. 2015. Effect of different levels of rice bran on productive performance, economical performance and production index in broiler chicken. Animal Production Research, 3 (4): 39-47. (In Persian).
11. Euribrid, B. V. 1994. Technical information for Hybro® broilers. Boxmeer: Euribrid Poult Breeding Farm.
12. Fuente., J. M. P. Pérez, and M. J. Villamide. 1995. Effect of dietary enzyme on the metabolizable energy of diets with increasing levels of barley fed to broilers at different ages. Animal Feed Science and Technology, 56 (1-2): 45-53.
13. Hampson, D. J. 1986. Alteration in piglet small intestine structure at weaning. Research in Veterinary Science, 40: 32-40.
14. Hetland, H., B. Svihus, and V. Olaisen. 2002. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. British Poultry Science, 43: 416-423.
15. Hetland, H., M. Choct, and B. Svihus. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. World's Poultry Science Journal, 60:.415-422.
16. Iji, P. A., A. Saki and D. R. Tivey. 2001. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. Animal Feed Science and Technology, 89: 175-188.
17. Jacob, J. P., and A. J. Pescatore. Using barley in poultry diets—A review. 2012. Journal of Applied Poultry Research, 21 (4): 915-940.
18. Jiménez-Moreno, E., A. de Coca-Sinova, J. M. González-Alvarado, and G. G. Mateos. 2016. Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. Poultry science, 95(1): 41-52.
19. Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, A. de Coca-Sinova, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2009. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. Animal Feed Science and Technology, 154: 93-101.
20. Jiménez-Moreno, E., M. Frikha, A. de Coca-Sinova, J. García, and G. G. Mateos. 2013. Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. Animal Feed Science and Technology, 182(1-4): 33-43.
21. Kalantar, M., A. Yaghobfar, and F. Khajali. 2014. Effects of non-starch polysaccharides of barley supplemented with enzymes on growth performance, gut microbial population and intestinal morphology of broiler. Animal Science Journal, 106: 121-132. (In Persian).
22. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M Choct, and S. B. Wu. 2017a. Coarse particle inclusion and lignocellulose-rich fiber addition in feed benefit performance and health of broiler chickens. Poultry Science, 96: 3272-3281.
23. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M. Choct, and S. B Wu. 2017b. Dietary sugarcane bagasse and coarse particle size of corn are beneficial to performance and gizzard development in broilers fed normal and high sodium diets. Poultry Science, 96(11): 4006-4016.
24. Kheravii, S. K., R. A. Swick, M. Choct, and S. B Wu. 2018. Upregulated proventricular pepsinogens and improved feed efficiency in broilers by the combination of supplemented sugarcane bagasse and coarsely ground corn in pelleted diets. Proceedings of the 28th Australian Poultry Science Symposium.
25. Mathlouthi, N., JP. Lallès, P. Lepercq, C. Juste, and M. Larbier. 2002. Xylanase and β-glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. Journal of Animal Science, 80: 2773-2779.
26. Mirzaie, S., M. Zaghari, S. Aminzadeh, M. Shivazad, and G. G. Mateos. 2012. Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. Poultry Science, 91(2):413-425.
27. Montagne, L., J. R. Pluske, and D. J. Hampson. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108: 95-117.

28. National Research Council .1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
29. Ojano-Dirain, C. P., and P. W. Waldroup. 2002. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A review. International Journal of Poultry Science, 1 :40-46.
30. Rezaei, M., M. A. Karimi Torshizi, and Y. Rouzbehan. 2011. The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. Poultry Science, 90: 2008-2012.
31. Sacranie, A., B. Svihus, V. Denstadli, B. Moen, P. A. Iji, and M. Choct. 2012. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. Poultry Science, 91(3): 693-700.
32. Sarikhan, M., H. A. Shahryar, B. Gholizadeh, M. H. Hosseinzadeh, B. Beheshti, and A. Mahmoodnejad. 2010. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. International Journal of Agriculture and Biology, 12: 531-536.
33. SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.1 User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
34. Shirzadegan, K, and H. R. Taheri. 2017. Insoluble Fibers Affected the Performance, Carcass Characteristics and Serum Lipid of Broiler Chickens Fed Wheat-Based Diet. Iranian Journal of Applied Animal Science, 7(1) 109-117.
35. Sørensen, P., G. Su, and S. C. Kestin .1999. The effect of photoperiod: scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. Poultry Science, 78: 336-342.
36. Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
37. Villamide, M. J., J. M. Fuente, P. Perez de Ayala, and A. Flores. 1997. Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: effect of dietary enzyme addition. Poultry Science, 76(6): 834-840.
38. Wils-Plotz, E. L., and R. N. Dilger. 2013. Combined dietary effects of supplemental threonine and purified fiber on growth performance and intestinal health of young chicks. Poultry Science, 92: 726-734.
39. Xu, Y., C. R. Stark, P. R. Ferket, C. M. Williams, S. Auttawong, and J. Brake .2015. Effects of dietary coarsely ground corn and litter type on broiler live performance, litter characteristics, gastrointestinal tract development, apparent ileal digestibility of energy and nitrogen, and intestinal morphology. Poultry Science, 94: 353-361.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2021, p. 495-511

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص. ۵۱۱-۴۹۵

The Effect of Particle Size of Different Sources of Insoluble Fiber on Energy and Protein Efficiency Ratios and Welfare Indices of Broiler Chickens Fed a Barley-Based Diet

Zeinab Pourazadi[1], Somayyeh Salari[2*], Mohammad Reza Tabandeh[3] and Mohammad Reza Abdollahi[4]
Submitted: 25-08-2019
Accepted: 09-12-2019

Introduction Barley is one of the cereal grains that used to supply energy in broiler diets, but high content of non-starch polysaccharides (NSP) such as β-glucans, has limited the application of it in poultry diets. It has been shown that NSP can increase intestinal viscosity, reduce litter quality, compromising the access of digestive enzymes to dietary components by protecting lipids, starch, and protein, and cause poor productive performance. Recent studies have shown the inclusion of moderate amounts of insoluble fiber or coarse particles in the diet increases the retention time of the digesta in the upper part of the gastrointestinal tract (GIT) (i.e., from crop to gizzard), improves the development and function of the gizzard, and increase the secretion of HCl in the proventriculus in broilers. The objective of this study was to determine the influence of supplementing insoluble fiber sources in different particle sizes on energy and protein efficiency ratios, intestinal morphology and welfare indices in broiler chickens fed barley based-diets.

Materials and Methods Ross 308 (n=308) were used in a completely randomized design with 7 treatments, 4 replicates and 11 chickens per replicate for 42 days. The dietary treatments included: a barley based- diet (control, CTL) or Sunflower hulls (SFH), Sugarcane bagasse (SB), and Wheat bran (WB) ground through a 1.0 (fine) or 3.0 mm (coarse) screen that were added to the control diet at 3.0%. The CTL diet included 3.0% fine silica sand as filler that was replaced by the same amount of insoluble fiber sources in the corresponding diets. The dry sieving method was used to determine the particle size distribution of diets. Body weight gain (BWG) and feed intake (FI) of each pen were recorded. Feed conversion ratio (FCR) adjusted for mortality and it was calculated by dividing FI with BWG for each period of the experiment (1-21 d and 22-42 d) in total period (1-42 d). The welfare indices were examined at 42 days of age. Litter moisture was measured on days 35 and 42 of the rearing period. For the purpose of small intestinal morphological studies, the digestive tract of slaughtered birds (two birds of each replicate) was removed at 42 days of age and from two small intestine sections including duodenum and Jejunum, two centimeter-long Isolated.

Results and Discussion The results showed that different sources of insoluble fiber showed significant effect ($P< 0.05$) on energy and protein efficiency ratios during growth period (22-42 days of age) and whole experimental period (1-42 days of age). During the entire experimental period (1-42 d), dietary inclusion of SFH (coarse and fine) and WB (fine particle size) improved BWG as compared to the CTL diet ($P < 0.05$). Dietary inclusion of WB and SFH in both particle sizes (coarse and fine) and SB (coarse particle size) improved FCR as compared to the CTL diet from 1-42 d ($P < 0.05$). The villus height and villus height to crypt depth ratio in duodenum of treatments fed insoluble fiber with the exception of sugarcane bagasse with particle size of 1 mm showed significant increase ($P<0.05$) in comparison to control diet. The number of goblet cells in jejunum of treatments fed insoluble fiber significantly decreased ($P<0.05$) when compared to control group. The relative frequency of score two welfare indices was higher in control treatment. Reports have indicated that soluble and insoluble non-starch polysaccharides (**NSP**) affect digestive organs and intestinal morphology of broilers. Coarse fiber and large particles may increase villi length in gastrointestinal tract. Therefore, increased villi length

---

1 -PhD student, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Animal Science and Food Technology Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
3- Associate Professor, Department of Biochemistry and Molecular, Veterinary Medicine Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4- Researcher, Monogastric Research Centre, Massey University.
(*- Corresponding Author Email: s.salari@asnrukh.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82617

resulted in increased surface area for more absorption of nutrients. Currently, the control of litter moisture is a priority in the broiler industry to reduce productivity losses and minimize bird welfare issues due to footpad dermatitis (FPD), hock burn (HB), and ammonia production. Wet litter was found to increase FDP, HB, and breast irritations and reduce broiler performance. The inclusion of 3% fiber in the diet resulted in lower litter moisture content.

Conclusion Overall, the results showed that dietary inclusion of three percent of different insoluble fiber sources improved energy and protein efficiency ratios, intestinal morphology, litter moisture and welfare parameters of broilers fed barley-based diet.

Key words: Intestinal morphology, Particle size, Sugarcane bagasse, Sunflower hulls, Wheat bran.